

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 362 493**  
**A1**

(12)

# **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 89112619.5

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: H01L 43/06 , H01L 27/22

(22) Anmeldetag: 11.07.89

(30) Priorität: 21.09.88 CH 3512/88

(71) Anmelder: Landis &amp; Gyr Betriebs AG

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
11.04.90 Patentblatt 90/15

CH-6301 Zug(CH)

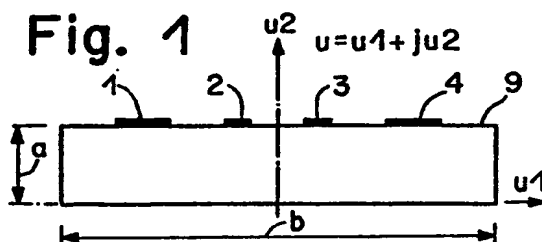
(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT CH DE ES FR GB GR IT LI

(72) Erfinder: Urs, Falk  
Sinslerstrasse 19  
CH-6330 Cham(CH)  
Erfinder: Radivoje, Popovic  
Fridbach 1  
CH-6300 Zug(CH)

(54) Hallelement.

(57) Das Hallelement besitzt einen polygonalen ebenen Querschnitt (9) In der Querschnittsebene sind auf Seiten des Querschnittes (9) Querschnitte von Elektroden (1 bis 4) angeordnet, deren Anzahl ein Multipel von vier ist. Die Querschnitte der Elektroden (1 bis 4) sind mathematisch konforme Abbildungen einer aus einer fiktiven Ebene in die Querschnittsebene transformierten fiktiven Gruppe von nichtüberlappenden Querschnitten gleichvieler fiktiver Elektroden, die in der fiktiven Ebene auf dem Umfang eines Kreises punktsymmetrisch zum Zentrum des Kreises angeordnet sind. Der Radius des Kreises beträgt Eins. Die fiktive Gruppe ist in Vierergruppen unterteilt, innerhalb derselben die Querschnitte der zugehörigen fiktiven Elektroden jeweils auf dem Umfang des Kreises gleiche Abstände zueinander besitzen.

## **Fig. 1**



EP 0 362 493 A1

## Hallelement

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hallelement gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Hallelemente dieser Art sind bekannt aus der Druckschrift "Proceedings of the IEEE", Vol. 74, No 8, August 1986, Seiten 1107 bis 1131, "Integrated Semiconductor Magnetic Field Sensors", H. P. Baltes und R. S. Popovic, Fig. 3, bei denen die Elektroden räumlich punktsymmetrisch zum Mittelpunkt des Hallelementes angeordnet sind, damit das Hallelement auch elektrisch symmetrisch arbeitet, so dass dessen Nullspannung ("Offset"-Spannung) theoretisch immer gleich Null ist.

Bekannt aus der EP 0 148 330 A2 sind integrierte Hallelemente, deren gleichgrosse Elektroden räumlich symmetrisch auf einer geraden Linie an der Oberfläche des integrierten Hallelementes angeordnet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Hallelement der eingangs genannten Art derart abzuändern, dass trotz einer räumlich punkunsymmetrischen Anordnung der Elektroden zum Mittelpunkt des Hallelementes die elektrisch symmetrische Arbeitsweise dieses Hallelementes erhalten bleibt. Durch die punkunsymmetrische Anordnung der Elektroden ist es möglich, Hallelemente zu realisieren, die einfach in einer integrierten Schaltung integrierbar sind, da z. B. alle Elektroden in diesem Fall auf einer einzigen Seite des Hallelementes angeordnet sind, die dann der Oberfläche der integrierten Schaltung entspricht.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 bis Fig. 47 je einen Querschnitt verschiedener Varianten eines erfindungsgemässen Hallelementes,

Fig. 48 eine Darstellung in einer w-Ebene einer Variante von Querschnittsanordnungen fiktiver Elektroden,

Fig. 49 eine mathematisch konforme Abbildung in einer z-Ebene der in der Fig. 48 dargestellten Variante von Querschnittsanordnungen fiktiver Elektroden,

Fig. 50 eine mathematisch konforme Abbildung in einer v-Ebene der in der Fig. 49 dargestellten Variante von Querschnittsanordnungen fiktiver Elektroden,

Fig. 51 eine Darstellung in der w-Ebene einer weiteren Variante von Querschnittsanordnungen fiktiver Elektroden,

Fig. 52 einen Querschnitt der weiteren Variante des erfindungsgemässen Hallelementes und

Fig. 53 einen Querschnitt eines integrierten erfindungsgemässen Hallelementes.

Gleiche Bezugszahlen bezeichnen in allen Figuren der Zeichnung gleiche Teile.

Das erfindungsgemässe Hallelement besitzt eine Vielzahl von Elektroden, deren Anzahl ein Multipel von vier ist und die jeweils Vierergruppen bilden. In jeder Vierergruppe von Elektroden sind jeweils eine erste und eine zweite Stromelektrode sowie eine erste und eine zweite Sensorelektrode vorhanden. Beim Vorhandensein mehrerer Vierergruppen sind in der Regel die gleichnamigen Elektroden aller Vierergruppen ausserhalb des Hallelementes elektrisch parallel geschaltet.

Vorzugsweise sind vier Elektroden 1 bis 4, die dann eine einzige Vierergruppe 1; 2; 3; 4 bilden, oder acht Elektroden 1 bis 8 vorhanden, die dann zwei Vierergruppen 1; 2; 3; 4 und 5; 6; 7; 8 bilden. In den Figuren 1 bis 49 sowie in der Fig. 52 wurde das Vorhandensein von vier Elektroden und in den Figuren 50 bis 51 das Vorhandensein von acht Elektroden angenommen.

In den Figuren 1 bis 47, 52 und 53 ist jeweils eine Querschnittsebene des erfindungsgemässen Hallelementes dargestellt, die jeweils Querschnitte der vier Elektroden 1 bis 4 bzw. der acht Elektroden 1 bis 8 enthält. Das erfindungsgemässe Hallelement besitzt einen ebenen polygonalen Querschnitt 9, der in der genannten Querschnittsebene gelegen ist. In der Querschnittsebene sind auf den Seiten des Querschnittes 9 des Hallelementes Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw. der Elektroden 1 bis 8 angeordnet. Jede Querschnittsebene ist mit einer gedachten  $u_1$ -Koordinatenachse und einer dazu senkrecht gedachten  $u_2$ -Koordinatenachse versehen, deren Nullpunkte jeweils mit dem Mittelpunkt des Querschnittes 9 des Hallelementes übereinstimmen. Jeder Punkt des Umfangs des Querschnittes 9 des Hallelementes und jeder Punkt der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 besitzt somit in der Querschnittsebene einen komplexen Wert  $u = u_1 + j \cdot u_2$  seiner Koordinaten, wobei  $j$  die imaginäre Einheit darstellt. Aus Gründen der zeichnerischen Einfachheit sind die  $u_1$ - und die  $u_2$ -Koordinatenachsen nur in der Fig. 1 und in der Fig. 52 dargestellt.

Der polygone Querschnitt 9 ist in einer vorteilhaften Ausführung viereckförmig und dann wieder

$$Y = -j\alpha(w+j)/(w-j) \quad (I) \text{ und}$$

$$u = \frac{b}{1 + \int_0^Y \frac{2dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}} \quad (II),$$

wobei  $\alpha$  ein frei wählbarer reeller Parameter ist und der Wert von  $Y$  in der Gleichung II mittels der Gleichung I berechnet werden kann. Der Wert von  $k$  ist durch die Gleichung

$$\frac{\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-x^2+k^2x^2)}}}{\int_0^1 \frac{2dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}} = \frac{a}{b} \quad (III)$$

gegeben. Der Buchstabe  $j$  stellt dabei die imaginäre Einheit dar, während  $a$  und  $b$  die Werte der Seitenlängen des rechteckförmigen Querschnittes (9) bezeichnen. Der Parameter  $w$  bezeichnet die komplexen Werte  $w_1+j.w_2$  der Koordinaten der Endpunkte der Querschnitte der ersten fiktiven Elektroden 1a bis 4a in der ersten fiktiven Ebene. Der Parameter  $z$  stellt dagegen die komplexen Werte  $z_1+j.z_2$  der Koordinaten der Endpunkte der Querschnitte der zweiten fiktiven Elektroden 1b bis 4b in der zweiten fiktiven Ebene dar. Der Parameter  $u$  bezeichnet die komplexen Werte  $u_1+j.u_2$  der Koordinaten der Endpunkte der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 in der Querschnittsebene. Der Buchstabe  $x$  stellt seinerseits eine Variable dar.

Durch Eliminierung von  $Y$  aus den Gleichungen I und II entsteht die Gleichung:

$$u = \frac{b}{1 + \int_0^{\frac{-j\alpha(w+j)}{(w-j)}} \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}} \quad (IV).$$

Die zur  $u_2$ -Koordinatenachse symmetrische Anordnung der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 in der Querschnittsebene wird durch die zweite Zwischenstufe der nachfolgend beschriebenen Methode vermieden.

Im zweiten Fall existiert noch eine dritte fiktive Ebene, in der eine gedachte reelle  $v_1$ -Koordinatenachse und eine dazu senkrecht gedachte  $v_2$ -Koordinatenachse gemäss der Fig. 50 vorhanden sind. Dabei ist die  $v_2$ -Koordinatenachse um einen konstanten Wert eines reellen frei wählbaren Parameters  $\beta$  gegenüber der parallelen  $z_2$ -Koordinatenachse der zweiten fiktiven Ebene parallel verschoben, während die  $v_1$ - und die  $z_1$ -Koordinatenachsen übereinstimmen. Die in dieser dritten fiktiven Ebene angeordneten Querschnitte einer

dritten fiktiven Gruppe von dritten fiktiven Elektroden 1c bis 4c sind mathematisch konforme Abbildungen der in der zweiten fiktiven Ebene dargestellten Querschnitte der zweiten fiktiven Elektroden 1b bis 4b. Die Querschnitte der dritten fiktiven Elektroden 1c bis 4c liegen in der dritten fiktiven Ebene alle auf der reellen  $v_1$ -Koordinatenachse, jedoch unsymmetrisch zu deren Nullpunkt (siehe Fig. 50). Diese Unsymmetrie hat zur Folge, dass auch die Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 in der Querschnittsebene nicht mehr symmetrisch zur  $u_2$ -Koordinatenachse angeordnet sind. Die Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 in der Querschnittsebene sind ihrerseits die mathematisch konformen Abbildungen der in der dritten fiktiven Ebene dargestellten Querschnitte der dritten fiktiven Elektroden 1c bis 4c.

Zusätzlich zu den Gleichungen I bis III gilt hier noch die Gleichung  
 $v = z + \beta \quad (V),$   
 die in der Gleichung IV eingeführt, folgende Gleichung ergibt:

$$u = \frac{b}{1} \int_0^1 \frac{2dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} - ja(w+j)/(w-j) \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{[1-(x+\beta)^2][1-k^2(x+\beta)^2]}} \quad (VI).$$

Die Gleichung IV ist dabei in der Gleichung VI enthalten, da sie einem Wert Null des Parameters  $\beta$  entspricht.

Die drei fiktiven Ebenen mit den zugehörigen Querschnitten fiktiver Elektroden 1a bis 4a bzw. 1b bis 4b bzw. 1c bis 4c sind immer nur mathematisch gedachte Ebenen, die im Hallelement räumlich gar nicht vorhanden sind und die nur den Berechnungen dienen.

Ausgehend von gegebenen Werten  $a$  und  $b$  der Seitenlängen des rechteckförmigen Querschnittes 9, von frei gewählten reellen Werten der Parameter  $\alpha$  und  $\beta$  und von einem mittels der Gleichung III berechneten Wert von  $k$ , ergibt die Gleichung VI in den beiden Fällen in der Querschnittsebene die komplexen Werte  $u_1 + ju_2$  der Koordinaten  $u_1, u_2$  eines jeden der beiden Endpunkte der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw., wenn mehr als vier Elektroden vorhanden sind, der beiden Endpunkte der Querschnitte aller Elektroden 1 bis 8. Im vorteilhaften ersten Fall ist dabei der Wert des Parameters  $\beta$  gleich Null zu wählen.

Die so berechneten Endpunkte der Querschnitte aller Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 sind in der Regel unregelmässig über die Umfangslänge des rechteckförmigen Querschnittes 9 verteilt, was bedeutet, dass sowohl die Längen der Querschnitte der einzelnen Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 als auch die Abstände zwischen zwei benachbarten Elektroden in der Regel sehr unterschiedlich sind. Anders ausgedrückt: Die Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 sind in der Regel weit davon entfernt punktsymmetrisch zum Mittelpunkt des rechteckförmigen Querschnittes 9 angeordnet zu sein. Diese vollständige Unsymmetrie in der Elektrodenanordnung müsste eigentlich zu unsymmetrischen elektrischen Eigenschaften des Hallelementes und damit zu Nullspannungen des Hallelementes führen, die unterschiedlich von Null sind. Nur die Tatsache, dass die Endpunkte der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 mathematisch konforme Abbildungen sind der in der ersten fiktiven Ebene punktsymmetrisch zum Zentrum des Kreises 10 angeordneten Endpunkte der Querschnitte der ersten fiktiven Elektroden 1a bis 4a bzw. 1a bis 8a, halten deren symmetrische elektrische Eigenschaften während der mathematisch konformen Transformation aufrecht trotz resultierendem unsymmetrischem räumlichem Aufbau. Das resultierende Hallelement mit den in der Querschnittsebene punkunsymmetrisch angeordneten Querschnitte der Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 besitzt somit symmetrische elektrische Eigenschaften und seine Nullspannung ist demnach mindestens theoretisch gleich Null.

In vielen der so berechneten Lösungsvarianten sind die Querschnitte aller Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 auf einer einzigen Seite des Querschnittes 9 angeordnet (siehe Fig. 1, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 19 und Fig. 52). Diese Lösungsvarianten eignen sich daher besonders gut zur Realisierung von integrierten Hallelementen, die z.B. in einer integrierten Schaltung integrierbar sind. In diesem Fall entspricht die Seite des Querschnittes 9, auf der die Querschnitte aller Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 angeordnet sind, der Oberfläche des integrierten Hallelementes und der integrierten Schaltung. Ein Querschnitt eines solchen integrierten Hallelementes ist in der Fig. 53 dargestellt. Das integrierte Hallelement besteht dann aus einem

fakultativ vorhandenen Substrat 11, einer auf dem Substrat 11 aufgetragenen Halbleiterschicht 12, deren Dicke den Wert  $a$  besitzt, einer fakultativ vorhandenen vergrabenen Schicht ("buried layer") 13, die an der Grenzfläche und parallel zu dieser zwischen dem Substrat 11 und der Halbleiterschicht 12 angeordnet ist, und einer rechteckig ringförmigen Wanne ("well") 14, die an der Oberfläche der Halbleiterschicht 12 mit einem Anschlusskontakt 15 versehen ist, der z. B. einen Anschlussdraht 16 aufweist. Die Oberfläche der Halbleiterschicht 12 ist ausserdem mit einer Oxidschicht 17 bedeckt, die durch den Anschlusskontakt 15 und die vier Elektroden 1 bis 4 durchquert wird, wobei die vier Elektroden 1 bis 4 je mit einer Kontaktdiffusion 18 bzw. 19 bzw. 20 bzw. 21 und mit je einem Anschlussdraht 22 bzw. 23 bzw. 24 bzw. 25 versehen sind. Die Kontaktdiffusionen 18 bis 21 sind an der Oberfläche in die Halbleiterschicht 12 eindiffundiert und stark mit Fremdatomen dotiert. Sie sind ausserdem vom gleichen Materialleitfähigkeitstyp, z. B. vom Typ N, wie die Halbleiterschicht 12, während die vergrabene Schicht 13 und die Wanne 14 vom entgegengesetzten Materialleitfähigkeitstyp, also z. B. vom Typ P, sind. An der Oberfläche der Halbleiterschicht 12 und innerhalb der ringförmigen Wanne 14 ist noch eine dünne ("shallow") Schicht 26 Halbleitermaterial in die Halbleiterschicht 12 eindiffundiert, die vom gleichen Materialleitfähigkeitstyp, also z. B. vom Typ P, ist wie die vergrabene Schicht 13 und die Wanne 14 und die jeweils von den Kontaktdiffusionen 18 bis 21 durchquert wird.

Wenn das nur fakultativ vorhandene Substrat 11 und die nur fakultativ vorhandene vergrabene Schicht 13 fehlen, dann berührt die Wanne 14 nicht, wie in der Fig. 53 dargestellt, den Boden der Halbleiterschicht 12. Diese weist in diesem Fall einen bedeutend grösseren Wert für  $a$  auf.

Die Wanne 14 berührt in der Darstellung der Fig. 53 die vergrabene Schicht 13 in den Punkten A und B sowie die Oberfläche der Halbleiterschicht 12 unter anderem in den Punkten C und D. Die Fläche ABCD stellt den Querschnitt 9 des eigentlichen integrierten Hallelementes dar. Sie ist nach oben und unten durch zwei annähernd parallele Seiten AB und CD sowie seitlich durch zwei gekrümmte Seiten AC und DB begrenzt. Der Abstand zwischen den beiden parallelen Seiten AB und CD ist annähernd gleich dem Wert  $a$  der Dicke der Halbleiterschicht 12, da die Dicke der vergrabenen Schicht 13 relativ dünn ist. Der Abstand zwischen den gekrümmten Seiten AC und DB entspricht dem Wert  $b$  und ist im Gegensatz zu einem rechteckförmigen Querschnitt 9 nicht konstant. Da der Wert von  $a$  bei integrierten Hallelementen sehr klein ist, kann die Fläche ABCD des Querschnittes 9 in erster Annäherung als trapezförmig oder sogar als rechteckförmig angenommen werden, wobei im letzten Fall ein Mittelwert der Werte von  $b$  als geltender Wert für  $b$  angenommen werden muss.

Das Hallelement kann somit als integriertes Hallelement ausgebildet sein, wobei mindestens in erster Annäherung sein Querschnitt 9 als trapezförmig oder als rechteckförmig angenommen werden kann. Im letzten Fall sind die Gleichungen I bis VI verwendbar zur Berechnung der Endpunkte der Querschnitte der Elektroden 1 bis 4. Die so berechneten und gefundenen Koordinaten  $u_1$ ,  $u_2$  müssen dann anschliessend gegebenenfalls leicht korrigiert werden zur Berücksichtigung der nicht ideal rechteckförmigen Gestalt des Querschnittes 9 des integrierten Hallelementes.

Die Elektroden 1 bis 4 bzw. 1 bis 8 des integrierten Hallelementes liegen alle annähernd auf einer geraden Linie, aber sie sind im Gegensatz zur bekannten Anordnung der EP 0 148 330 A2 nicht alle gleichgross.

Obwohl die Nullspannung  $U_0$  des Hallelementes theoretisch gleich Null ist, wird in der Praxis durch Herstellungsunsymmetrien und/oder durch Rauschen immer ein kleiner von Null unterschiedlicher Restwert der Nullspannung  $U_0$  vorhanden sein. Dieser Restwert der Nullspannung  $U_0$  kann durch eine von mehreren an sich bekannten Methoden eliminiert werden, vorzugsweise jedoch durch die in der US-PS 4 037 150 beschriebene Methode.

In diesem Fall sind die Elektroden 1, 2, 3 und 4 bzw. die Elektrodenkombinationen 1; 5, 2; 6, 3; 7 und 4; 8 des Hallelementes mit einer Umschaltanordnung verbunden, die vier Anschlüsse zum Anschliessen der vier Elektroden 1 bis 4 bzw. der vier Elektrodenkombinationen 1; 5 bis 4; 8, einen zweipoligen Spannungsausgang  $U_1$ ;  $U_2$ , einen zweipoligen Stromeingang  $I_1$ ;  $I_2$  zum Anschliessen einer Stromquelle und einen Steuereingang aufweist. Der Steuereingang dient dabei dem Umschalten von Schaltern, die in der Umschaltanordnung enthalten sind. Durch die Umschaltanordnung werden die Elektroden 1 bis 4 bzw. die Elektrodenkombinationen 1; 5 bis 4; 8 des Hallelementes mit dem Spannungsausgang  $U_1$ ;  $U_2$  des Hallelementes und mit der Stromquelle verbunden. Dabei sind jeweils die acht folgenden verschiedenen Schaltstellungen E bis M möglich:

Schaltstellungen	E	F	G	H	J	K	L	M
Elektrode 1	I1	U2	I2	U1	U2	I1	U1	I2
Elektrode 2	U1	I1	U2	I2	I2	U2	I1	U1
Elektrode 3	I2	U1	I1	U2	U1	I2	U2	I1
Elektrode 4	U2	I2	U1	I1	I1	U1	I2	U2

6

10 Dabei bezeichnen I1 und I2 die beiden Pole des Stromeingangs I1; I2 und U1 und U2 die beiden Pole des Spannungsausgangs U1; U2 jeweils der Umschaltanordnung.

Eine Spannungsdifferenz  $U1(k)-U2(k)$  hängt ab von der Schaltstellung k der in der Umschaltanordnung enthaltenen Schalter und beträgt:

$$U1(k)-U2(k) = (-1)^k U_0 + U_{Hall} \quad \text{(VII) bei } k = 1, 2, 3 \text{ oder } 4, \text{ und}$$

$$15 \quad U1(k)-U2(k) = (-1)^k U_0 - U_{Hall} \quad \text{(VIII) bei } k = 5, 6, 7 \text{ oder } 8,$$

wobei U1(k) und U2(k) die Spannungen an den beiden Polen der Ausgangsspannung U1; U2 der Umschaltanordnung bezeichnen und  $U_{Hall}$  die Ausgangsspannung des Hallelementes ist.

Durch Messung der Spannungsdifferenz  $U1(k)-U2(k)$  in zwei beliebigen Schaltstellungen der Umschaltanordnung, bei denen die Nullspannung  $U_0$  und  $U_{Hall}$  in den Gleichungen VII und VIII unterschiedliche Vorzeichen aufweisen, kann dann die Nullspannung  $U_0$  aus den beiden Gleichungen VII und VIII eliminiert und der Wert der Ausgangsspannung  $U_{Hall}$  des Hallelementes bestimmt werden. Dabei kann das gewählte Paar Schaltstellungen beliebig aus allen möglich vorhandenen Paaren von Schaltstellungen ausgewählt werden. Die mittels der beiden Gleichungen VII und VIII gefundenen Messwerte sind dabei entweder zu addieren oder zu subtrahieren, um die Ausgangsspannung  $U_{Hall}$  des Hallelementes zu erhalten.

25

### Ansprüche

1. Hallelement mit einem polygonalen ebenen Querschnitt (9) und mit in der Querschnittsebene auf Seiten des Querschnittes (9) angeordneten Querschnitten von Elektroden (1 bis 4, 1 bis 8), deren Anzahl ein Multiplum von vier ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnitte der Elektroden (1 bis 4, 1 bis 8) mathematisch konforme Abbildungen ("conformal mapping") einer aus einer fiktiven Ebene in die Querschnittsebene transformierten fiktiven Gruppe von nichtüberlappenden Querschnitten gleichvieler fiktiver Elektroden (1a bis 4a, 1a bis 8a) sind, die in der fiktiven Ebene auf dem Umfang eines Kreises (10), dessen Radius Eins beträgt, punktsymmetrisch zum Zentrum des Kreises (10) angeordnet sind, wobei die fiktive Gruppe in Vierergruppen (1a; 2a; 3a; 4a und 5a; 6a; 7a; 8a) unterteilt ist, innerhalb derselben die Querschnitte der zugehörigen fiktiven Elektroden (1a bis 4a bzw. 5a bis 8a) jeweils auf dem Umfang des Kreises (10) gleiche Abstände zueinander besitzen.

2. Hallelement nach Anspruch 1, in dem der polygonale Querschnitt (9) viereckförmig ist.

3. Hallelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt (9) trapezförmig ist.

4. Hallelement nach Anspruch 2 mit einem mindestens annähernd rechteckförmigen Querschnitt (9), dadurch gekennzeichnet, dass in der Querschnittsebene die Koordinaten ( $u1$ ,  $u2$ ) eines jeden der beiden Endpunkte der Querschnitte der Elektroden (1 bis 4, 1 bis 8) gegeben sind durch die komplexen Werte ( $u1 + j.u2$ ) von

45

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{\int_0^1 \frac{2\alpha x}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} dx} \int_0^1 \frac{-ja(w+j)/(w-j)}{\sqrt{[1-(x+\beta)^2][1-k^2(x+\beta)^2]}} dx
 \end{aligned}$$

50

55

wobei  $\alpha$  und  $\beta$  zwei frei wählbare reelle Parameter sind, der Wert von k durch die Gleichung

$$\begin{aligned}
 & \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-x^2+k^2x^2)}} \\
 & \int_0^1 \frac{2dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{a}{b}
 \end{aligned}$$

gegeben ist,  $j$  die imaginäre Einheit darstellt,  $a$  und  $b$  die Werte der Seitenlängen des rechteckförmigen Querschnittes (9) bezeichnen,  $w$  die komplexen Werte ( $w_1 + j.w_2$ ) der Koordinaten ( $w_1, w_2$ ) der Endpunkte der Querschnitte der fiktiven Elektroden 1a bis 4a, 1a bis 8a) in der fiktiven Ebene sind und  $x$  sowie  $z$  Variablen darstellen.

5. Hallelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Parameter  $\beta$  einen Wert Null besitzt.

6. Hallelement nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt (9) eines integrierten Hallelementes in erster Annäherung als rechteckförmig angenommen ist.

7. Hallelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens die berechneten Werte der Koordinaten ( $u_1, u_2$ ) anschliessend leicht korrigiert worden sind zur Berücksichtigung der nicht ideal rechteckförmigen Gestalt des Querschnittes (9) des integrierten Hallelementes.

8. Hallelement mit vier Elektroden (1 bis 4) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Elektroden (1 bis 4) eine einzige Vierergruppe (1; 2; 3; 4) bilden, zu der eine Vierergruppe (1a; 2a; 3a; 4a) fiktiver Elektroden (1a, 2a, 3a, 4a) gehört.

9. Hallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass acht Elektroden (1 bis 8) vorhanden sind, die zwei Vierergruppen (1; 2; 3; 4 und 5; 6; 7; 8) bilden, zu denen je eine Vierergruppe (1a; 2a; 3a; 4a bzw. 5a; 6a; 7a; 8a) fiktiver Elektroden (1a, 2a, 3a, 4a bzw. 5a, 6a, 7a, 8a) gehört.

10. Hallelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Hallelement an einer Schalter enthaltenden Umschaltanordnung angeschlossen ist, die einen Stromeingang ( $I_1; I_2$ ) zum Anschliessen einer Stromquelle und einen Spannungsausgang ( $U_1; U_2$ ) aufweist, und dass die Spannungen [ $U_1(k), U_2(k)$ ] der beiden Pole ( $U_1, U_2$ ) des Spannungsausganges  $U_1; U_2$  der Umschaltanordnung in zwei Schaltstellungen der Schalter der Umschaltanordnung gemessen werden zur Eliminierung eines Restwertes einer Nullspannung ( $U_0$ ).

Fig. 1

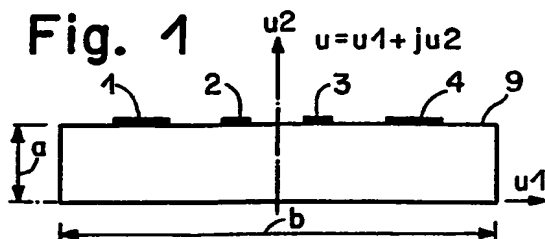


Fig. 2

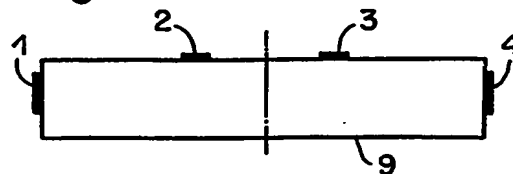


Fig. 3

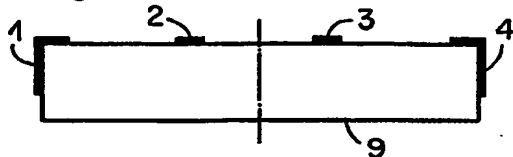


Fig. 4

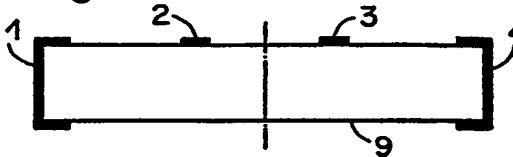


Fig. 5

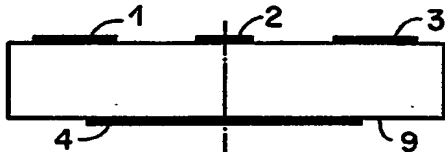


Fig. 6

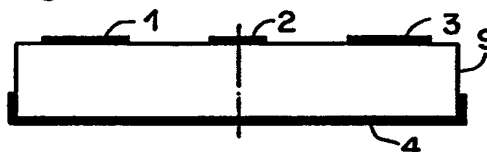


Fig. 7

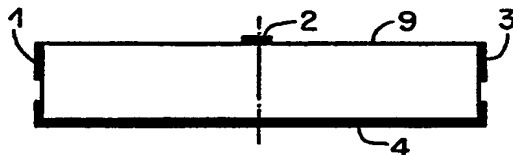


Fig. 8

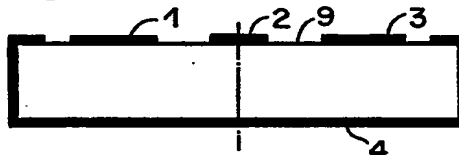


Fig. 9

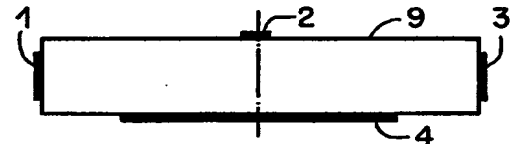


Fig. 10

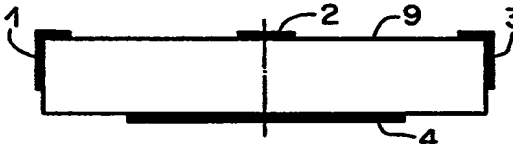


Fig. 11

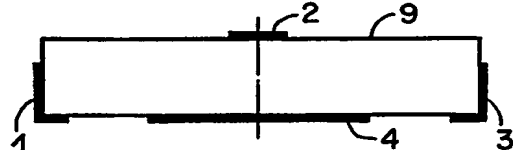


Fig. 12

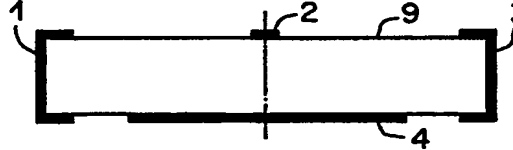


Fig. 13

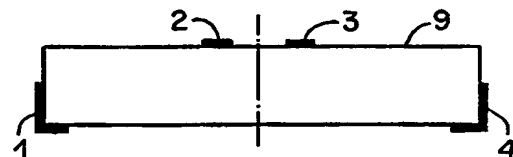


Fig. 14

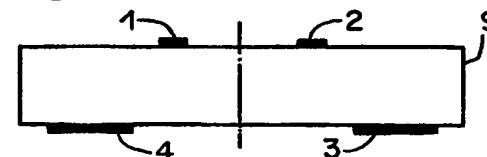




Fig. 15

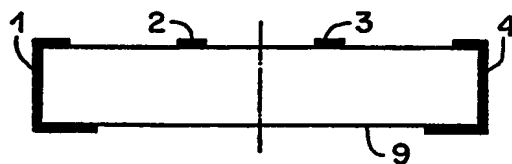


Fig. 16

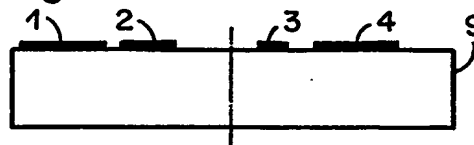


Fig. 17

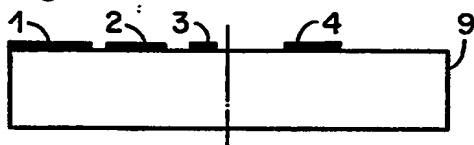


Fig. 18

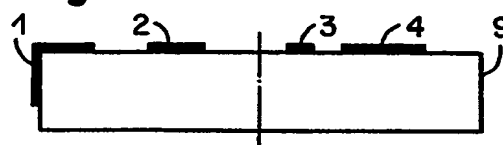


Fig. 19

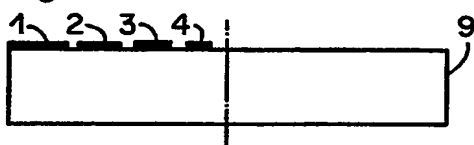


Fig. 20

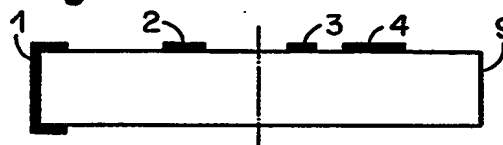


Fig. 21

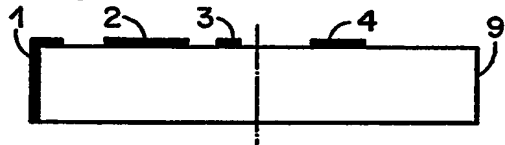


Fig. 22

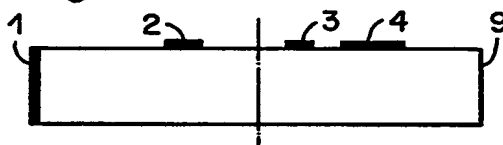


Fig. 23

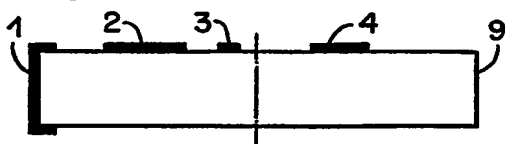


Fig. 24

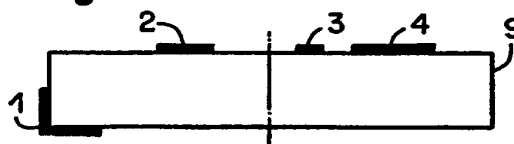


Fig. 25

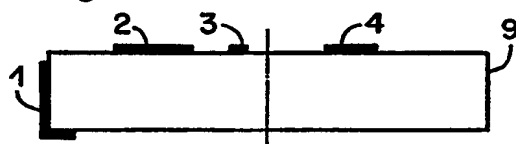


Fig. 26

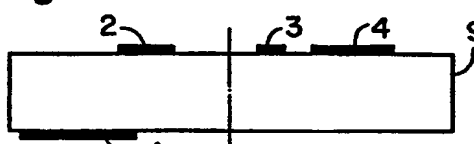


Fig. 27

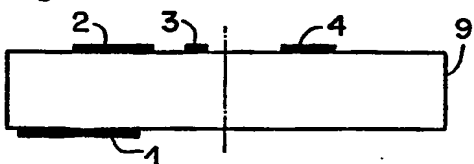
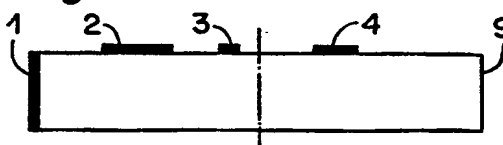
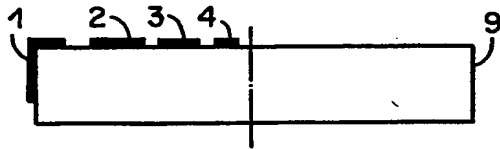


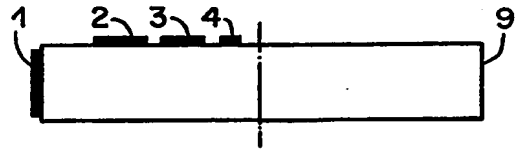
Fig. 28



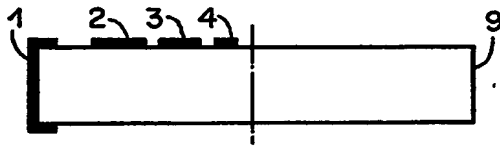
**Fig. 29**



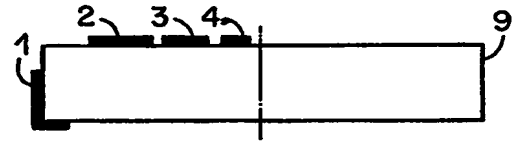
**Fig. 30**



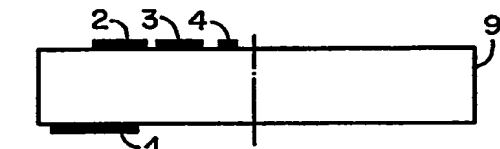
**Fig. 31**



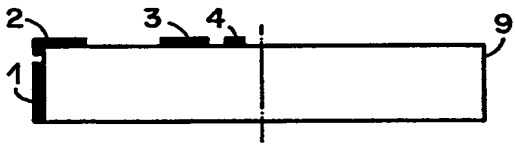
**Fig. 32**



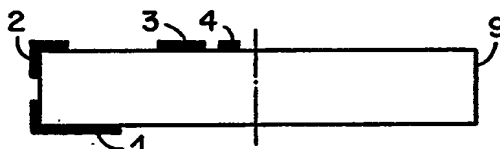
**Fig. 33**



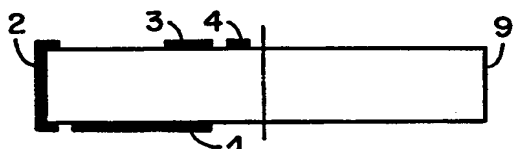
**Fig. 34**



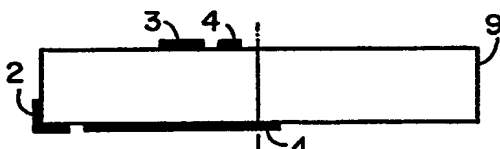
**Fig. 35**



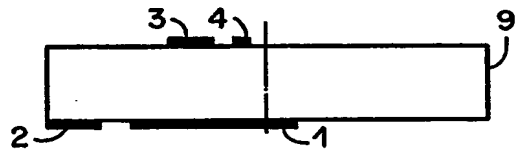
**Fig. 36**



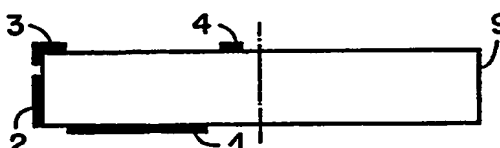
**Fig. 37**



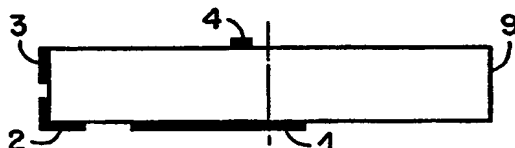
**Fig. 38**



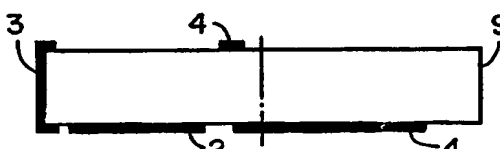
**Fig. 39**



**Fig. 40**



**Fig. 41**



**Fig. 42**

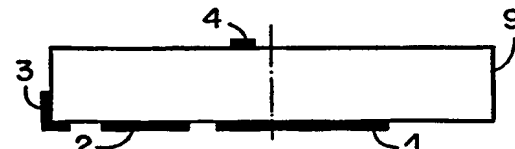


Fig. 43

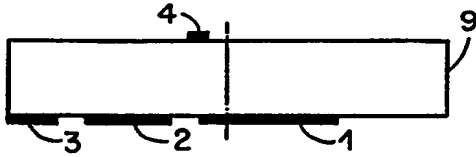


Fig. 45

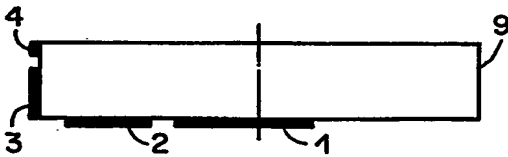


Fig. 47

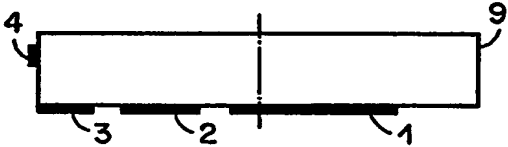


Fig. 49

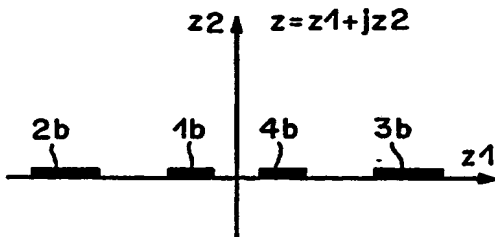


Fig. 50

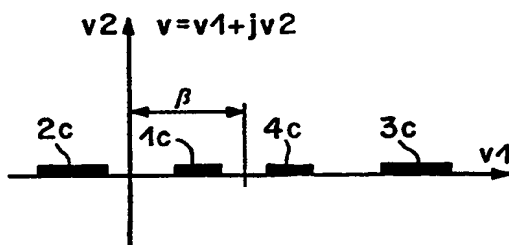


Fig. 44

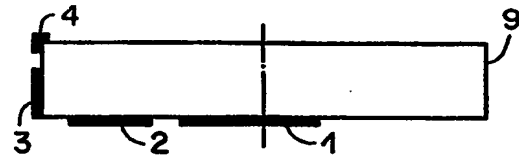


Fig. 46

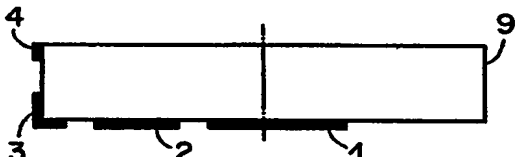


Fig. 48

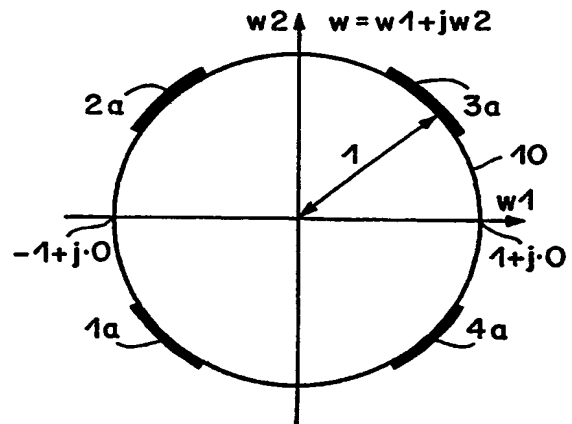


Fig. 51

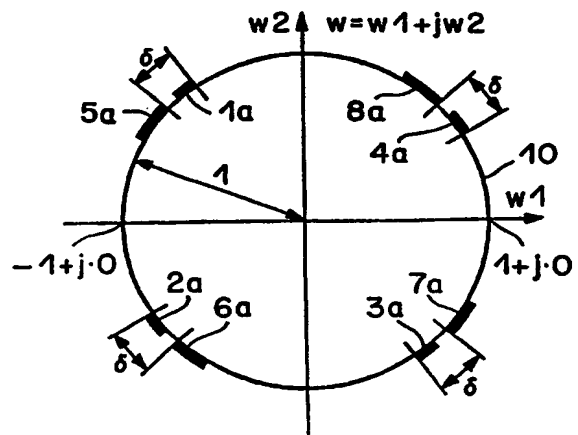


Fig. 52

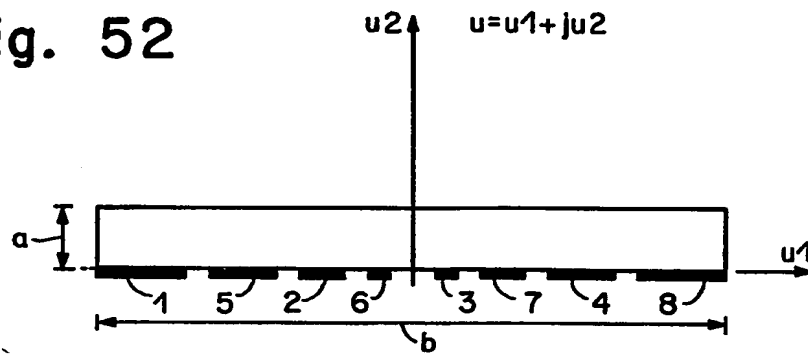
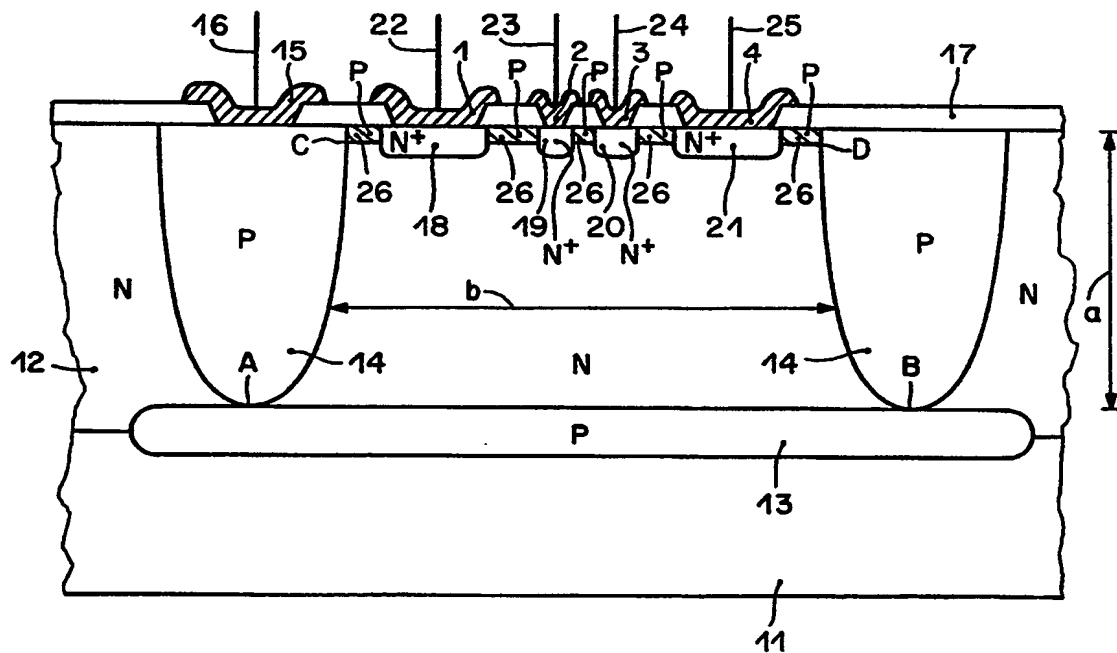


Fig. 53





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 11 2619

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. CL5)
D,A	EP-A-0 148 330 (LGS LANDIS & GYR ZUG AG) * Zusammenfassung; Figur 22 * ---	1-3,6-10	H 01 L 43/06 H 01 L 27/22
D,A	PROCEEDINGS OF THE IEEE, Band 74, Nr. 8, August 1986, Seiten 1107-1132, IEEE, New York, US; H.P. BALTES et al.: "Integrated semiconductor magnetic field sensors" * Seite 1110, rechte Spalte, Zeile 4 - Seite 1116, rechte Spalte, Zeile 32 * ---	1,10	
A	US-A-4 123 772 (JANSSEN) * Zusammenfassung * -----	1,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. CL5)
			H 01 L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18-12-1989	Prüfer BAILLET B.J.R.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	